

1. 第4世代ビークルの研究

電気電子情報工学会 教授 大平 孝, 准教授 田村 昌也, 助教 坂井 尚貴

1-1 走行中車両へのワイヤレス給電技術

産業革命とともに自動車産業は発展してきた。石炭を燃料に駆動した蒸気自動車（第1世代ビークル）、現在最も使われている石油を燃料としたガソリン自動車（第2世代ビークル）、そして持続可能な社会の実現に向け Society5.0 が、我が国の目指す未来社会の姿として提唱されており、その実現に向けたアプローチの1つに電気を用いてモーターを駆動、走行する電気自動車（第3世代ビークル）がある。我々の研究室ではこの第3世代電気自動車が抱える課題をワイヤレス電力伝送技術で解決する。ワイヤレス給電技術により「停車中充電」から「走行中給電」へパラダイムシフトを実現し、第3世代ビークルの先にある、第4世代ビークル走行中給電電気自動車の実現を目指す。本報告では、電界結合による移動する車両へのワイヤレス給電（走行中ワイヤレス給電）の実現を目指し、課題の一つである「定在波問題」について取り組んだ。

(1) 遠端全反射可変整合 FERMAT

我々が提唱する道路からのワイヤレス給電において、定在波問題が大きな技術課題となっている。定在波問題とは、図1-1-1に示すレールのように敷かれた長い送電電極上を走行する車両において、電力伝送効率が下がる車両位置（ヌル点）が存在するという課題である。本課題を解決するために提案したのが遠端全反射可変整合 FERMAT である。本技術は送電電極の遠端に可変リアクタンス回路を装荷する。そして、可変リアクタンス回路によりヌル点を任意の位置に制御することが可能となる。結果、車両の位置に応じて適切なヌル点制御を行うことで安定した電力の給電が可能となる。

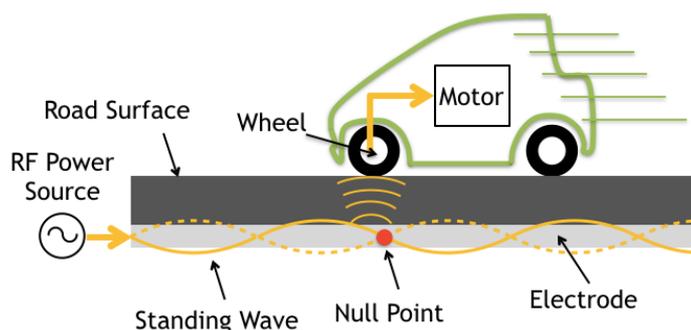


図1-1-1 走行中ワイヤレス給電の定在波問題

(2) FERMAT 方式搭載 EVER システムの設計方法の確立

FERMAT 方式を走行中ワイヤレス給電システムに搭載するためには、車両の負荷を電化道路の特性インピーダンスと等しくすることが重要である。車両負荷を設計するため車両の等価回路モデルを作成する。タイヤ、集電機構、車両それぞれを、集中定数素子 LCR を用いた LCR 線形回路網で表した。等価回路モデルの集中定数素子の値を算出するため、各部の S パラメータを測定、等価回路モデルフィッティング法を用いて LCR 線形回路網の各素子値を算出した。得られた等価回路モデルから、車両の負荷が特性インピーダンスと同じになるよう車載インピーダンス整合回路を設計試作した。

(3) FERMAT 方式搭載 EVER システムの実験評価

設計試作した車載、道路整合回路を用いて FERMAT 方式走行中ワイヤレス給電システムを試作した（図1-1-2）。走行中ワイヤレス給電システムを評価した結果、車両の位置によらず常に伝送効率30%以上を達成した。最後に大電力走行中ワイヤレス給電の実験を実施した。結果、バッテリーレス 1kW 級小型電気自動車の連続走行実験に成功した。



図 1-1-2 FERMAT 方式搭載走行中ワイヤレス給電システムの実証実験

1-2 キャビティ共振モードワイヤレス電力伝送

輸送機器や航空宇宙機器は、安全・安心な運用の観点から動作制御や状態センシングのために多数のセンサが用いられている。これらセンサへの電力供給と情報通信をワイヤレス化することで軽量化や誤接続や切断等の物理的要因による障害の除去が期待されている。しかし、機器内部は色々な部品や装置が搭載されており、電波にとって散乱体となることから、送電器・送信機からセンサは見えない位置に存在する 경우가ほとんどである。このような環境下でも安定して電力供給と情報通信を実現するキャビティ共振モードワイヤレス電力情報伝送技術の開発を進めている。

今年度は受電器側の整合回路なしで任意の場所に設置した3基のワイヤレスセンサモジュールの個別駆動させるため、遮蔽構造のインピーダンス制御による整合技術の開発を中心に行った。市販のワイヤレスセンサモジュールをパッケージに収め、図 1-2-1 に示す遮蔽構造内（内部に散乱体を有す）において任意の場所に配置してキャビティ共振モードワイヤレス電力伝送の実証実験を実施した。結果、実験モデル内の任意の場所において3個のモジュールを個別に駆動させ、遮蔽構造外からの情報通信に成功した。

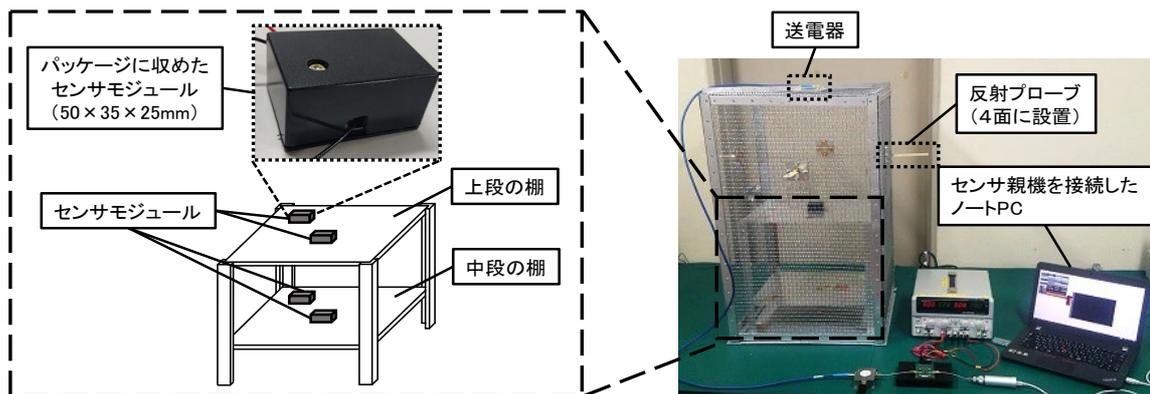


図 1-2-1 実証実験の様子

1-3 おわりに

本報告は第4世代ビークル実現に向けたワイヤレス給電技術の研究開発の成果を報告した。走行中ワイヤレス給電技術実現に向けた遠端全反射整合回路を提案、試作しその有用性を実証した。キャビティ共振モードワイヤレス電力伝送を提案、実証した。任意の位置でのワイヤレス給電、情報通信に成功した。